

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-009515

(43)Date of publication of application : 11.01.2002

(51)Int.Cl.

H01P 7/08  
H01P 1/203  
H01P 1/205  
H01P 1/213

(21)Application number : 2000-191640

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

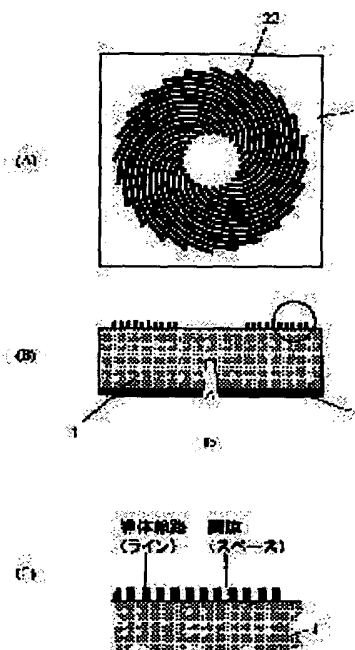
(22)Date of filing : 26.06.2000

(72)Inventor : FUJII HIROO  
OTA MITSUAKI  
HIDAKA AOJI  
ABE MAKOTO

**(54) FREQUENCY ADJUSTMENT METHOD FOR DIELECTRIC RESONATOR, FILTER, DUPLEXER AND COMMUNICATION UNIT****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a plane circuit type dielectric resonator where minute lines are formed on the surface of a dielectric board and whose frequency can be adjusted even when the resonator is sealed with a cap so as to easily configure a filter and a duplexer having a desired frequency characteristic and also a communication unit provided with these.

**SOLUTION:** A multiple spiral electrode 22 is formed by thin film fine processing on the surface of the dielectric board 1 and a ground electrode 3 is formed on the lower face to configure a multiple spiral resonator. A removal section 15 is formed by removing a prescribed amount of a dielectric material from a ground electrode forming side of the dielectric board 1 on which the electrode by the thin film fine processing is not formed in the time of frequency adjustment. The resonance frequency can be adjusted by the removed amount of the dielectric material.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-9515

(P 2002-9515 A)

(43) 公開日 平成14年1月11日 (2002. 1. 11)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 P	7/08	H 0 1 P	5J006
	1/203		
	1/205		J
	1/213		M

審査請求 未請求 請求項の数 8

O L

(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-191640 (P2000-191640)

(22) 出願日 平成12年6月26日 (2000. 6. 26)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 藤井 裕雄

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 太田 充昭

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(74) 代理人 100084548

弁理士 小森 久夫

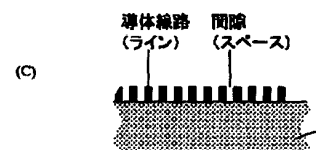
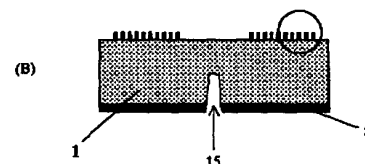
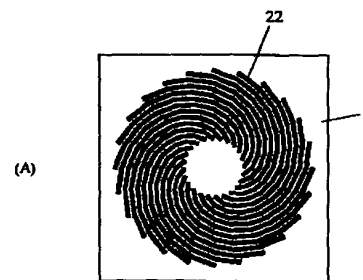
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘電体共振器の周波数調整方法、フィルタ、デュプレクサおよび通信装置

## (57) 【要約】

【課題】 誘電体基板表面に微細な線路を形成した平面回路型誘電体共振器においても、しかもキャップで封止した後も、周波数調整を可能として、所望の周波数特性を有するフィルタ、デュプレクサおよびそれらを設けた通信装置を容易に構成できるようにする。

【解決手段】 誘電体基板 1 の表面に薄膜微細加工による多重スパイラル電極 22 を形成し、下面にグランド電極 3 を形成して多重スパイラル共振器を構成する。周波数調整時には、誘電体基板 1 の、薄膜微細加工による電極を形成していない側のグランド電極形成面から誘電体を所定量除去して除去部 15 を形成する。この誘電体の除去量によって共振周波数を調整する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 誘電体基板の表面に、薄膜微細加工による電極を形成した平面回路型誘電体共振器の周波数調整方法であって、

誘電体基板の一部を当該誘電体基板の前記薄膜微細加工による電極を形成した面以外の面から除去して、共振周波数を上昇方向に調整するようにした誘電体共振器の周波数調整方法。

【請求項 2】 誘電体基板の表面に、薄膜微細加工による電極を形成した平面回路型誘電体共振器の周波数調整方法であって、

誘電体基板の前記薄膜微細加工による電極を形成した面以外の面に形成した穴に誘電体を充填して共振周波数を低下方向に調整するようにした誘電体共振器の周波数調整方法。

【請求項 3】 前記薄膜微細加工による電極は、それぞれがスパイラル状を成す複数の電極の集合体であって、該複数の電極のうち少なくとも一部の電極の両端を、前記誘電体基板上の所定点の周囲で前記集合体の実質的な内周上と外周上とにそれぞれ分布させて、前記複数の電極を互いに交差しないように配置したものである請求項 1 または 2 に記載の誘電体共振器の周波数調整方法。

【請求項 4】 前記誘電体基板の上部にキャップを被せた状態で、前記誘電体基板の部分除去または誘電体の充填を行う請求項 1、2 または 3 に記載の誘電体共振器の周波数調整方法。

【請求項 5】 誘電体基板の表面に、薄膜微細加工による電極を形成した平面回路型誘電体共振器と、該誘電体共振器を実装する基材とを備えたフィルタにおいて、前記薄膜微細加工による電極を形成した面とは反対側の面に接する前記基材に予め孔を形成したフィルタ。

【請求項 6】 誘電体基板の表面に、薄膜微細加工による電極を形成した平面回路型誘電体共振器と、該誘電体共振器を実装する基材とを備えたフィルタにおいて、前記薄膜微細加工による電極を形成した面以外の面に周波数調整用の誘電体を充填するための穴を形成したフィルタ。

【請求項 7】 請求項 5 または 6 に記載のフィルタを送信フィルタもしくは受信フィルタとして、またはその両方のフィルタとして設けて成るデュプレクサ。

【請求項 8】 請求項 5 もしくは 6 に記載のフィルタ、または請求項 7 に記載のデュプレクサを備えて成る通信装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、無線通信や電磁波の送受信に利用される、例えばマイクロ波帯やミリ波帯における誘電体共振器の周波数調整方法、フィルタ、デュプレクサ、および通信装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、誘電体共振器の周波数調整方法として、①特開平 8-56107 号、②特開平 9-46132 号、および③特開平 11-122006 号が示されている。

【0003】①は、誘電体基板の表面に共振器を構成するための電極を形成し、誘電体基板表面の電極をトリミングすることによって周波数調整を行なうようにしたものである。②は、誘電体基板の表面に表面電極を形成した装置において、誘電体基板表面の、表面電極近傍を削ることによって周波数調整を行なうようにしたものである。③は、誘電体基板上面にマイクロストリップ線路による共振器を形成したフィルタにおいて、共振器全体を被うように調整用誘電体層を形成して周波数調整を行なうようにしたものである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、①②の方法では、電極パターンが 10 μm 程度以下の薄膜微細加工により形成されたものである場合に電極パターンに悪影響を与えることなくトリミングすることは困難である。また、キャップなどで誘電体基板表面を封止する前にしか調整を行なうことができないので、キャップの封止前後で周波数が変化するような場合には、封止による周波数変化を見込んだ上で調整を行う必要がある。③の方法でも、キャップなどで封止を行なう前に誘電体層を形成しなければならないので、封止前後で周波数が変化するような場合には、やはり封止による周波数変化を見込んだ上で調整を行う必要がある。

【0005】この発明の目的は、これらの問題を解消して、誘電体基板表面に微細な線路を形成した平面回路型誘電体共振器においても、しかもキャップで封止した後でも、所望の周波数特性を得るようにした誘電体共振器の周波数調整方法、その周波数調整を可能としたフィルタ、デュプレクサ、およびそれらを設けた通信装置を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】この発明は、誘電体基板の表面に、薄膜微細加工による電極を形成した平面回路型誘電体共振器の周波数調整を行う際、誘電体基板の一部を当該誘電体基板の前記薄膜微細加工による電極を形成した面以外の面から除去して、共振周波数を上昇方向に調整する。このように、薄膜微細加工を施した面以外の面から誘電体基板の誘電体部分を除去することによって周波数調整を行ない、誘電体基板表面の微細な電極パターンを損傷させることなく周波数調整を可能とする。

【0007】また、この発明は、誘電体基板の薄膜微細加工による電極を形成した面以外の面に形成した穴に対して誘電体を充填することによって共振周波数を低下方向に調整する。この場合にも、薄膜微細加工を施した面以外の面から誘電体基板に対して操作を行い、誘電体基板表面の微細な電極パターンを損傷させることなく周波

数調整を可能とする。

【0008】上記の周波数調整方法によれば、共振周波数を低下方向に調整するのに適した誘電体共振器装置にも適用可能となる。または、一旦上昇方向に調整したものを再び低下方向に調整することも可能となる。

【0009】上記薄膜微細加工による電極としては、例えばそれぞれスパイラル状の複数の線路の両端を、基板上の所定点の周囲で実質的な内周上と外周上とにそれぞれ分布させて、複数の線路を互いに交差しないように配置したものとする。このような言わば多重化したスパイラル状の複数の線路による共振器であっても、各線路の線路長の切削などを行なうことなく周波数調整を可能とする。

【0010】さらに、この発明は誘電体基板の上部にキャップを被せた状態で上記誘電体基板の部分除去によって周波数調整を行なう。これにより、キャップを被せることによって周波数特性が変化するような誘電体共振器装置においても、キャップを被せた状態の完成品の状態で最終的な周波数調整を可能とする。

【0011】また、この発明は、誘電体基板の表面に、薄膜微細加工による電極を形成した平面回路型誘電体共振器と、該誘電体共振器を実装する基材とを備えたフィルタにおいて、薄膜微細加工による電極を形成した面とは反対側の面に接する前記基材に予め孔を形成しておく。これにより、誘電体共振器の誘電体部分の所定量の除去を容易とする。

【0012】また、この発明は、誘電体基板の表面に、薄膜微細加工による電極を形成した平面回路型誘電体共振器と、該誘電体共振器を実装する基材とを備えたフィルタにおいて、薄膜微細加工による電極を形成した面とは反対側の面に周波数調整用の誘電体を充填するための穴を形成しておく。これにより、周波数を低下方向に調整可能とした誘電体共振器を構成する。

【0013】また、この発明は、上記フィルタを設けたデュプレクサを構成する。また、この発明は、上記フィルタまたはデュプレクサを設けた通信装置を構成する。

【0014】

【発明の実施の形態】第1の実施形態に係る誘電体共振器装置と、その周波数調整方法を図1を参照して説明する。図1において、1は四角形板状の誘電体基板であり、その上面に複数の線路による多線電極21を形成している。また、下面には略全面のグランド電極3を形成している。多線電極21のそれぞれの線路長は使用周波数の波長を $\lambda_g$ としたとき、 $1/2\lambda_g$ の長さとしている。各線路の幅方向に配列した複数の線路のうち中央部の主たる線路の線路幅は比較的広くし、その両側に線路幅の細い複数の線路を並置している。これらはそれぞれ両端開放の半波長共振線路として作用し、これら全体も半波長共振器として作用する。マイクロ波帯やミリ波帯においては電極の縁端部における電流集中が顕著となる

が、このように上記主たる線路の両側の縁端部となるべき部分に、線路幅の細い複数の線路を配置したことにより、換言すると、縁端部となるべき部分を線路幅の細い複数の線路に分割したことにより、縁端効果が緩和され、共振器のQ<sub>o</sub>を高めることができる。これらの線路幅は $10\mu\text{m}$ 以下であり、フォトリソグラフィによる薄膜微細加工により形成する。

【0015】図1の(A)において15a、15bは誘電体基板1の下面側から周波数調整を行なった結果の誘電体除去部である。すなわち、誘電体基板1の多線電極21を形成していない面からリユータによる切削加工やレーザ光の照射による加工によって、グランド電極3と共に誘電体基板1に穴を穿つ。このように誘電体基板を部分的に除去することによって、多線電極21とグランド電極3との間の誘電体基板1に生じる共振空間の実効誘電率が低下し、それに伴って共振周波数が増加する。したがって、除去部15a、15bの深さまたは径（拡がり方向の幅）によって、さらにはこれを線状に溝として形成する場合には、その溝の長さによっても共振周波数を上昇方向に調整する。

【0016】図1の(B)は共振器の周波数を低下方向に調整した誘電体共振器の斜視図である。16a、16bは誘電体基板1の下面に形成した穴に所定量充填した誘電体である。誘電体基板1の上面の多線電極21の構成は(A)の場合と同様である。

【0017】このような誘電体16a、16bを充填する穴は、誘電体基板1の製造時に予め形成しておくか、図1の(A)で示したように、周波数を上昇方向に調整するために設けた穴に対して、周波数を再び低下方向に調整する際に充填する。この誘電体16a、16bとしては、例えばエポキシ系樹脂など、誘電体損失の小さな誘電体材料を用いる。

【0018】なお、図1では、誘電体の除去部15a、15b、および誘電体16a、16bを充填すべき位置を誘電体基板1の手前端面に表れるように図示したが、これらの位置は誘電体基板1の端面にある必要はなく、多線電極21に対向する中央位置に設けてもよい。また、図1では除去部15の位置または誘電体16を充填すべき位置を2箇所としたが、これらは1箇所であってもよく、3箇所以上の複数であってもよい。

【0019】次に、第2の実施形態に係る誘電体共振器の構成を図2および図3を参照して説明する。図2の

(A)は、誘電体共振器の上面図、(B)はその中央縦断面図、(C)は(B)における丸で囲んだ部分の拡大断面図である。誘電体基板1の上面には、それぞれがスパイラル状の複数の線路の両端を、誘電体基板上の中央の周囲で内周および外周となるべき位置に分布させて、且つ複数の線路が互いに交差しないようにして多重スパイラル電極22を配置している。誘電体基板1の下面には、グランド電極3を形成して、誘電体基板1を挟む多

重スパイラル電極 22 およびグランド電極 3 とによって多重スパイラル共振器を構成している。これにより、

(C) に示すように、各線路はそれらの幅方向に等間隔に配置されるようにして、共振電極の縁端部に生じる縁端効果を緩和して、共振器の Q を高めている。

【0020】誘電体基板 1 の多重スパイラル電極 22 の形成面とは反対の面 (図における下面) の中央部には、周波数調整のための除去部 15 を形成している。この除去部 15 は、誘電体基板 1 の下面からリユータやレーザ光などによって穿ったものである。なお、除去部 15

は、特性上多重スパイラル電極 22 の中央部に形成するのが好ましい。

【0021】図 3 は、上記除去部 15 の誘電体除去量と共振周波数の変化量との関係を示している。これは、図 2 に示した共振器の共振周波数を約 2 GHz とし、誘電体除去量を (除去部 15 の穴径の 2 乗×その深さ) で表し、除去部 15 を形成する前の共振周波数変化量を 0% として求めた。このように、誘電体除去量と共振周波数変化量とは略比例関係にあり、この関係を利用して、所定の共振周波数特性を得るための誘電体除去量を定め

る。例えば周波数調整前の共振周波数を測定し、目標とする共振周波数とのずれの割合を算出し、そこから必要な誘電体除去量 (穴径および深さ) を求め、それに相当する量だけリユータを駆動させるか、レーザ孔の照射パルス数を設定する。また、この周波数測定と目標周波数との差に応じた量の誘電体除去を繰り返してもよい。さらには、共振器の共振周波数を測定しつつ、所望の共振周波数が得られるまで、除去部 15 の大きさを次第に大きくするようにしてもよい。

【0022】図 4 は、第 3 の実施形態に係る誘電体共振器の構成を示す図である。(A) は上面図、(B) はその中央縦断面図、(C) は (B) における丸印部分の拡大図である。図 3 に示したものと異なり、この例では、誘電体基板 1 の下面に形成した穴に対して誘電体 16 を充填している。この誘電体 16 の充填量および比誘電率によって、上面の多重スパイラル線路 22 と下面のグランド電極 3 とによって挟まれる誘電体基板 1 の共振領域における実効誘電率を変化させ、これによって共振周波数を定める。例えば、充填すべき誘電体 16 の比誘電率が誘電体基板 1 の比誘電率と同じであるとき、誘電体 16 の充填量に対する共振周波数の変化量は、図 3 に示した横軸を誘電体の充填量、縦軸を共振周波数変化量の負の値と読み換えれば、同じ関係となる。また充填する誘電体 16 の比誘電率が誘電体基板 1 より小さければ、図 3 に示した直線の傾きは小さくなり、逆に誘電体 16 の比誘電率が誘電体基板 1 より大きければ上記直線の傾きは大きくなる。誘電体の充填量に対する共振周波数の変化量の関係を予め求めておけば、調整すべき共振周波数の割合に応じた量だけ、ディスベンサなどによって穴内に誘電体 16 を充填すればよい。

【0023】図 5 は、第 4 の実施形態に係る誘電体フィルタとその周波数調整方法を示す図である。(A) は誘電体フィルタの上面図、(B) はその中央縦断面図である。ただし、(A) に示す上面図では上部を覆うキャップ 13 を透視した状態で示している。誘電体基板 1a の上面には、3 つの多重スパイラル電極 22a、22b、22c を形成して、下面にはグランド電極 3 を形成している。これにより 3 つの多重スパイラル共振器を構成している。また誘電体基板 1 の上面には、多重スパイラル電極 22a、22c に対してそれぞれ外周部で結合する外周結合電極 14 を形成している。

【0024】図 5 において、6 はアルミナ基板やガラスエポキシ基板などの絶縁体基板であり、その上面にボンディングパッド 10、下面にグランド電極 3 を形成している。この基板 6 の上面に誘電体基板 1 を実装し、外周結合電極 14 とボンディングパッド 10 との間をボンディングワイヤー 11 を介して接続している。基板 6 の上面は、誘電体基板 1 およびワイヤーボンディング部分をおおう金属製のキャップ 13 で封止している。なお、基板 6 の下面から側面にかけて入出力電極 (不図示) を形成して、ボンディングパッド 10 に導通させている。

【0025】このようにして 3 段の共振器による帯域通過特性を示す誘電体フィルタを構成する。各共振器の共振周波数は基板 6 のキャップ 13 で覆われていない部分の面、すなわち図における下面から基板 6 を貫通して誘電体基板 1 にまで達する除去部 15a、15b、15c を形成して周波数調整を行なっている。この誘電体基板 1 に対する除去部 15a、15b、15c の除去量によって、図 2 に示した場合と同様に共振周波数の調整を行なう。この時、誘電体基板 1 の下面にはグランド電極 3 を形成しているので、基板 6 に対する上記除去部の除去量は特性上ほとんど影響を与えることがない。

【0026】このようにキャップ 13 を被せた状態で、すなわち最終的な完成品状態で周波数調整が行なえるので、周波数調整を行なった後にキャップを被せることによって、再び周波数特性が変化することがなく、周波数特性が所望の範囲内に収まる製品を極めて高い良品率で製造できる。

【0027】図 6 は、第 5 の実施形態に係る誘電体フィルタの構成を示す図である。図 5 に示した構造と異なり、中央を大きく開口させた枠状の基板 6 を用い、その下面に金属板 7 を貼付し、その金属板 7 の上面で、基板 6 の枠内に入るように、誘電体基板 1 を実装している。この誘電体基板 1 の構成は図 5 に示したものと同様である。このような構造によって基板 6 の厚み分の低背化が可能となる。15a、15b、15c は周波数調整のための除去部であり、金属板 7 の面から多重スパイラル電極 22a、22b、22c の中央部に相当する位置を、所定量だけ誘電体基板 1 を除去することによって、各段

の共振器の共振周波数を調整する。この構造によれば、基板 6 を貫通して除去部を設ける必要がないので、周波数調整のための除去量は少なく済み、生産性が向上する。

【0028】図 7 は、第 6 の実施形態に係るフィルタの構成を示す分解斜視図である。図 6 に示したフィルタと異なり、金属板 7 に対して誘電体基板 1 を貼り合わせる前に、多重スパイラル電極の中央部の真下となる位置に予め金属板 7 に孔を開けている。このような構造によれば、周波数調整時に金属板 7 を貫通させて穴を設ける必要がなく、その切削加工が容易となって、製造工程が簡略化され、生産性が向上する。

【0029】図 7 に示した構造で、誘電体基板 1 に対して周波数調整用の誘電体を充填すべき位置に、予め所定深さの穴を形成しておき、実際の周波数調整時に、その穴に対して所定量の誘電体を充填することによって周波数調整を行なうようにしてもよい。

【0030】図 8 は、デュプレクサの構成を示すブロック図である。ここで送信フィルタと受信フィルタとして、図 5～図 7 に示したフィルタのうち、いずれかのフ

ィルタを用いる。また、単一の誘電体基板に送信フィルタ部と受信フィルタ部をそれぞれ構成して、このデュプレクサを 1 つの部品として構成してもよい。

【0031】図 9 は、通信装置の構成を示すブロック図である。ここで、デュプレクサとしては、図 8 に示した構成のものを用いる。回路基板上には送信回路と受信回路を構成し、送信信号入力部端子に送信回路が接続され、受信信号出力端子に受信回路が接続され、且つアンテナ端子にアンテナが接続されるように、回路基板上にデュプレクサを実装する。

【0032】

【発明の効果】この発明によれば、薄膜微細加工を施した面以外の面から誘電体基板の誘電体部分を除去することによって周波数調整を行うので、誘電体基板表面の微細な電極パターンを損傷させることなく周波数調整が可能となる。

【0033】また、この発明によれば、誘電体基板の薄膜微細加工による電極を形成した面以外の面に形成した穴に対して誘電体を充填することによって、誘電体基板表面の微細な電極パターンを損傷させることなく、共振周波数を低下方向に調整するのに適した誘電体共振器装置にも適用可能となる。また、一旦上昇方向に調整したものを再び低下方向に調整することも可能となる。

【0034】さらに、この発明によれば、誘電体基板の上部にキャップを被せた完成品の状態で周波数調整が行えるので、所定の周波数範囲内に収まった製品を極めて高い良品率で製造できる。

【0035】また、この発明によれば、誘電体基板の表面に、薄膜微細加工による電極を形成した平面回路型誘電体共振器と、該誘電体共振器を実装する基材とを備えたフィルタにおいて、薄膜微細加工による電極を形成した面とは反対側の面に接する前記基材に予め孔を形成しておくことにより、誘電体共振器の誘電体部分の所定量の除去が容易となり、その生産性が向上する。

【0036】また、この発明によれば、誘電体基板の表面に、薄膜微細加工による電極を形成した平面回路型誘電体共振器と、該誘電体共振器を実装する基材とを備えたフィルタにおいて、薄膜微細加工による電極を形成した面とは反対側の面に周波数調整用の誘電体を充填するための穴を形成しておくことにより、周波数を低下方向に調整可能とした誘電体共振器として用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の実施形態に係る誘電体共振器の構成を示す斜視図

【図 2】第 2 の実施形態に係る誘電体共振器の構成を示す図

【図 3】同誘電体共振器における誘電体除去量に対する共振周波数の変化量の関係を示す図

【図 4】第 3 の実施形態に係る誘電体共振器の構成を示す図

【図 5】第 4 の実施形態に係る誘電体フィルタの構成を示す図

【図 6】第 5 の実施形態に係る誘電体フィルタの構成を示す図

【図 7】第 6 の実施形態に係る誘電体フィルタの構成を示す図

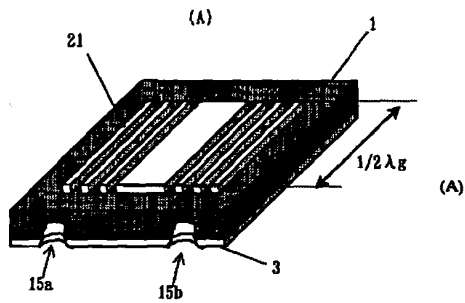
【図 8】第 7 の実施形態に係るデュプレクサの構成を示す図

【図 9】第 8 の実施形態に係る通信装置の構成を示す図

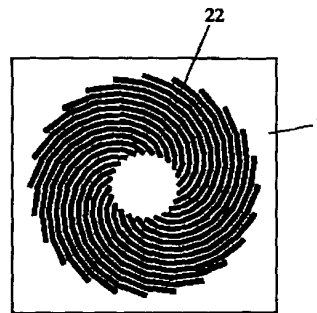
【符号の説明】

- 1 ー 誘電体基板
- 2 1 ー 多線電極
- 2 2 ー 多重スパイラル電極
- 3 ー グランド電極
- 6 ー 基板
- 7 ー 金属板
- 1 0 ー ボンディングパッド
- 1 1 ー ボンディングワイヤー
- 1 3 ー キャップ
- 1 4 ー 外周結合電極
- 1 5 ー 除去部
- 1 6 ー 誘電体

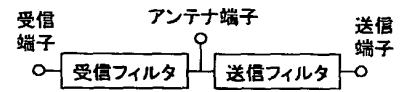
【図1】



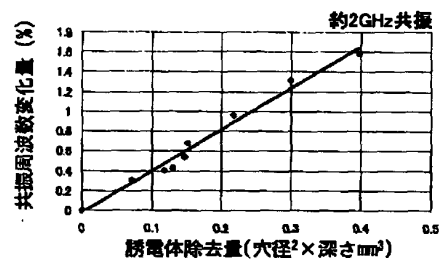
【図2】



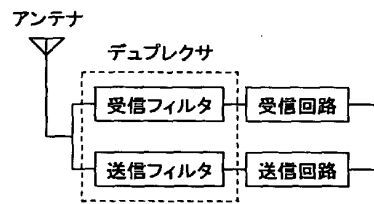
【図8】



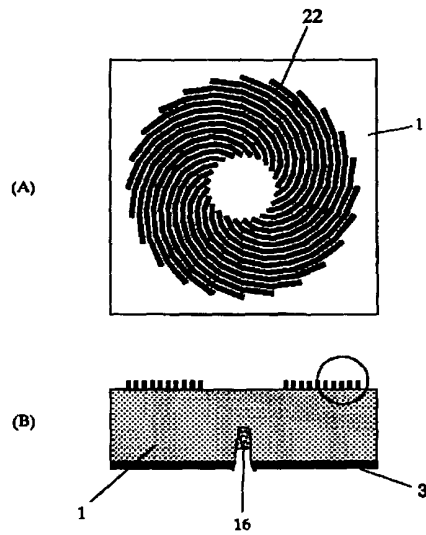
【図3】



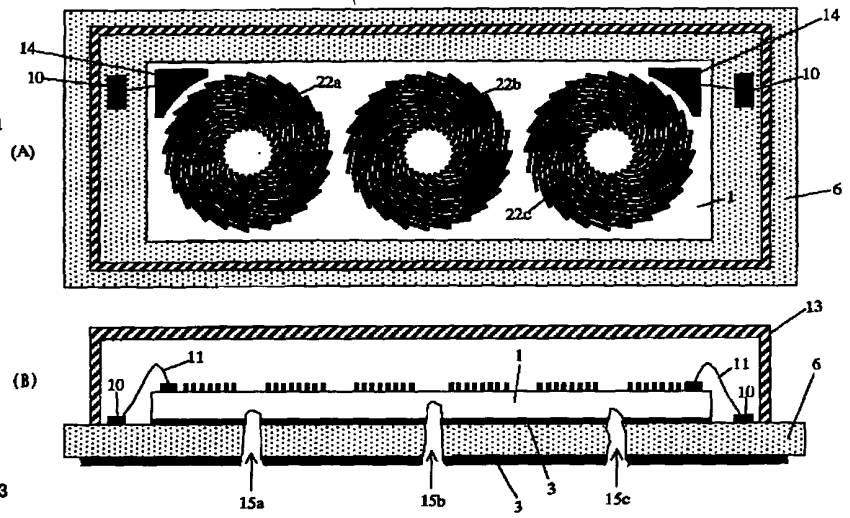
【図9】



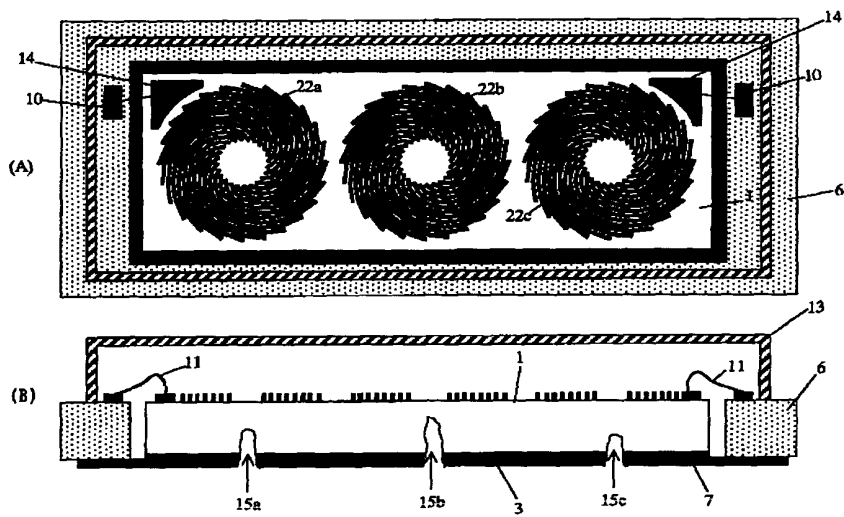
【図 4】



【図 5】



【図 6】

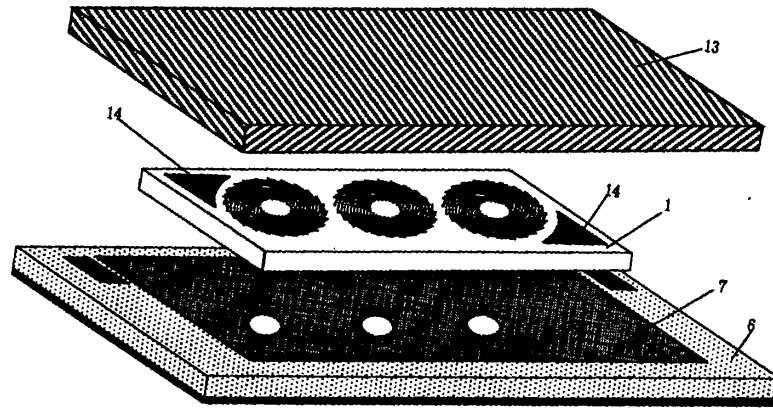




(8)

特開2002-9515

【図7】



フロントページの続き

(72) 発明者 日高 青路  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(72) 発明者 阿部 眞  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内  
Fターム(参考) 5J006 HB03 HB12 HB13 JA01 LA11  
MA05 NA04 NC02 PA03 PA06